

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Shinji SUGIHARA, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: PATTERN INSPECTION APPARATUS

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.

☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-219878	July 29, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

☒ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

☐ were filed in prior application Serial No. filed

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and

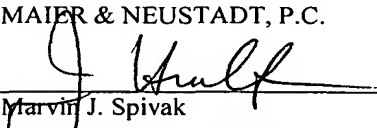
☐ (B) Application Serial No.(s)

☐ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

James D. Hamilton
Registration No. 28,421



22850

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-219878

[ST.10/C]:

[J P 2 0 0 2 - 2 1 9 8 7 8]

出 願 人

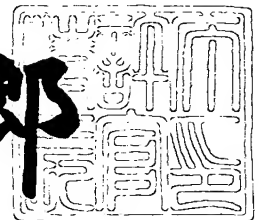
Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 4月 4日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3023457

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000202559

【提出日】 平成14年 7月29日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 パターン検査装置

【請求項の数】 4

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研
究開発センター内

 【氏名】 杉原 真児

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研
究開発センター内

 【氏名】 田畑 光雄

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研
究開発センター内

 【氏名】 土屋 英雄

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研
究開発センター内

 【氏名】 真田 恭

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

 【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

 【識別番号】 100058479

 【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書
【発明の名称】 パターン検査装置
【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検査試料に光又は電子線を照射し、試料からの反射光、透過光又は 2 次電子を検出して測定パターンデータを取得し、取得された測定パターンデータを基準パターンデータと比較して試料上のパターン欠陥を検査するパターン検査装置であって、

装置状態を検出するために、前記光又は電子線の照射量及び前記試料の設置空間の気圧を検出する手段と、

前記検出された装置状態が所定の範囲を外れたことを検知する手段と、

前記装置状態が所定の範囲を外れたことの検知と同時刻に取得した測定パターンデータ及び基準パターンデータを、前記試料上の位置座標並びに該所定の範囲を外れた装置状態の種類及び検出値と同期して記憶する手段と、

前記記憶された各データ、装置状態の種類及び検出値を出力する手段と、
を具備してなることを特徴とするパターン検査装置。

【請求項 2】

前記装置状態を検出する手段として、前記光又は電子線の照射量及び前記試料の設置空間の気圧に加え、前記光又は電子線のデフォーカス量、及び前記試料を載置する試料ステージの振動を検出することを特徴とする請求項 1 記載のパターン検査装置。

【請求項 3】

前記記憶された測定パターンデータの信号断面プロファイルを解析する手段と、該手段による信号断面プロファイル解析結果に基づいて、前記試料上の少なくとも一部を再検査する手段、又は該解析結果を装置管理者若しくは装置使用者に通知する手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のパターン検査装置。

【請求項 4】

前記測定パターンデータの信号断面プロファイルの解析手段として、

前記測定パターンデータに相当するパターンエッジ部の水平及び垂直方向成分の信号勾配、並びにパターン明部の信号の強度及び揺らぎを所定の基準値と比較することを特徴とする請求項 3 記載のパターン検査装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、物体のパターンの欠陥を検査するパターン検査技術に係わり、特に半導体素子や液晶ディスプレイ（LCD）を製作するときに使用されるリソグラフィ用転写マスク、或いは半導体基板や液晶基板などに形成された極小パターンの欠陥を検査するパターン検査装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、大規模集積回路（LSI）のパターンサイズは年々微細化が進み、近い将来に最小線幅 0. 1 ミクロン以下の製品が量産されると期待される。このような微細化に伴い、検出しなければならない欠陥寸法も極めて小さいものとなっており、LSI のパターン及び LSI 製造に使用される転写用マスクのパターン欠陥を検査するパターン検査装置の開発は必要不可欠となっている。

【 0 0 0 3 】

また、IT 技術やマルチメディア技術の進展に伴い、LCD においては液晶基板サイズの大型化と、液晶基板上に形成される薄膜トランジスタ等のパターンの微細化が進んでいる。従って、極めて小さいパターン欠陥を広範囲に検査することが要求されるようになってきている。そのため、このような大面積 LCD のパターン及び大面積 LCD を製作するときに使用されるフォトマスクのパターン欠陥を短時間で、効率的に検査するパターン検査装置の開発も急務となっている。

【 0 0 0 4 】

図 8 に、従来のパターン検査装置の一例を示す。この装置では、顕微鏡と同様な光学系を用いて転写用マスク等の被検査試料上に形成されているパターンを所定の倍率に拡大して検査する。即ち、ステージ 2 上に被検査試料 1 を載置し、ステージ走行中に適切な光源 3 及び集光光学系 4 によって試料 1 に形成されている

パターンの所定の画素分をカバーする大きさの光束で照射する。試料 1 を透過した光は拡大光学系 5 を介して光電変換部 6 に入射し、光電変換部 6 にパターンの光学像が結像される。光電変換部 6 に結像されたパターンの光学像は光電変換され、測定パターンデータとして比較回路 7 へ送られる。

【 0 0 0 5 】

一方、試料 1 のパターン設計データ 8 が基準データ生成部 9 で画素に変換され、適当なフィルタ処理を施されて光学像と同等の画像に変換された後に、基準パターンデータとして比較回路 7 へ送られる。比較回路 7 では、測定パターンデータと基準パターンデータとが適切なアルゴリズムに従って比較され、一致しない場合にはパターン欠陥有りと判定される。なお、被検査試料に同じパターンの繰り返しの領域がある場合には、設計データの代わりに、光電変換部で取得された測定パターンデータを一定領域分だけ記憶し、これを比較のための基準パターンデータとして用いる方式も一般に用いられている。

【 0 0 0 6 】

欠陥と判定されたパターン欠陥の画像データ（測定パターンデータ）は、検査後に欠陥の状況を確認するためにホスト計算機のデータメモリに保存される。一方、測定された画像データのデータ総量は膨大なものとなるため、その他の正常な画像データは破棄される。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、この種の装置にあっては次のような問題があった。即ち、比較後の非欠陥に相当する測定パターンデータは破棄されてしまうため、装置異常時の測定パターンデータを解析することができない。従って、装置の異常と欠陥検査の因果関係が不明瞭になる可能性がある。その結果、検査結果に影響を与える装置異常を見逃したり、逆に不要な再検査を行ってスループットを低下させる問題があった。また、装置に異常が認められた場合に、その時のパターン比較状況を確認する手段がないため、過去に行った検査の信頼性を保証することができないという問題もあった。

【 0 0 0 8 】

なお、全ての測定パターンデータをデータメモリに保存することは、総画像デ

ータが膨大な量であるため、生産現場で用いられ、年間を通じて多数の検査を行うパターン検査装置に対しては現実的ではない。

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】

このように従来のパターン検査装置においては、非欠陥に相当する測定パターンデータは破棄されてしまうことから、装置の異常と欠陥検査の因果関係が不明瞭になり、検査結果に影響を与える装置異常を見逃したり、逆に不要な再検査を行ってスループットを低下させる問題があった。また、過去に行った検査の信頼性を保証することができないという問題があった。

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記事情を考慮して成されたもので、その目的とするところは、被検査試料上のパターンの欠陥を検査することができ、且つ装置異常と欠陥検査の因果関係を認識することができ、装置稼働率の向上と信頼性の向上に寄与し得るパターン検査装置を提供することにある。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

（構成）

上記課題を解決するために本発明は、次のような構成を採用している。

【 0 0 1 2 】

即ち本発明は、被検査試料に光又は電子線を照射し、試料からの反射光、透過光又は2次電子を検出して測定パターンデータを取得し、取得された測定パターンデータを基準パターンデータと比較して試料上のパターン欠陥を検査するパターン検査装置であって、装置状態として、前記光又は電子線の照射量及び前記試料の設置空間の気圧を検出する手段と、前記検出された装置状態が所定の範囲を外れたことを検知する手段と、前記装置状態が所定の範囲を外れたことの検知と同時に取得した測定パターンデータ及び基準パターンデータを、前記試料上の位置座標並びに該所定の範囲を外れた装置状態の種類及び検出値と同期して記憶する手段と、前記記憶された各データ、装置状態の種類及び検出値を出力する手段とを具備してなることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

ここで、本発明の望ましい実施態様としては次のものが挙げられる。

【 0 0 1 4 】

(1) 装置状態を検出する手段として、光又は電子線の照射量及び試料の設置空間の気圧に加え、光又は電子線のデフォーカス量、及び試料を載置する試料ステージの振動を検出すること。

【 0 0 1 5 】

(2) 記憶された測定パターンデータの信号断面プロファイルを解析する手段と、該手段による断面プロファイル解析結果に基づいて、試料上の少なくとも一部を再検査する手段、又は該解析結果を装置管理者若しくは装置使用者に通知する手段とを備えたこと。

【 0 0 1 6 】

(3) 測定パターンデータの信号断面プロファイルの解析手段として、測定パターンデータに相当するパターンエッジ部の水平及び垂直方向成分の信号勾配、並びにパターン明部の信号の強度及び揺らぎを所定の基準値と比較すること。

【 0 0 1 7 】

(4) 装置状態を検出する手段は、装置の各部の状態（照射量、気圧、デフォーカス量、ステージ振動）をセンサデータとして取得するデータ取得部と、得られたデータが許容範囲内にあるかを検出する異常検出部とからなること。

【 0 0 1 8 】

（作用）

本発明によれば、装置の異常を検知した場合には、これまで破棄されていた非欠陥パターンに相当する測定パターンデータが装置情報と共に保存されるようになる。これにより、これまで検証できなかった装置異常時のパターン画像を解析することが可能となり、検出された装置異常がパターン検査にどのような影響を与えるかを評価することができる。その結果、検査に深刻な影響を与える装置の異常の見逃しを低減することができる。また、装置異常時の測定パターンデータを装置履歴と共に記憶手段に保存することにより、過去に遡って検査結果の信頼性を検証することができる。

【 0 0 1 9 】

また、装置の異常を検知した場合に、その時の測定パターンデータを解析し、その解析結果に基づいて再検査を行うことで、検査のスループット低下を最小限に留め、かつ検査の信頼性を高めることができる。さらに、装置管理者や使用者に装置異常の発生を速やかに通知することにより、装置性能維持の活動を迅速に行うことが可能となる。

【 0 0 2 0 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の詳細を図示の実施形態によって説明する。

【 0 0 2 1 】

(第 1 の実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係わるパターン検査装置の基本構成を示すブロック図である。

【 0 0 2 2 】

本実施形態のパターン検査装置は、ホスト計算機 1 0 と、被検査試料（露光用マスク）のパターンに対応した測定パターンデータを生成する観測データ生成部 2 0 と、設計データから検査基準となる基準パターンデータを生成する基準データ生成部 4 0 と、装置の各部の状態を監視する装置異常監視部 5 0 と、測定パターンデータと基準パターンデータとを比較する比較回路 1 2 と、設計データや画像データを保存するデータメモリ 1 1 とを基本構成として備えている。

【 0 0 2 3 】

図 2 は、本実施形態のパターン検査装置の全体構成を示す図である。観測データ生成部 2 0 は、試料ステージ 2 2，光源 2 3，照明光学系 2 4，拡大光学系 2 5，光電変換部 2 6，センサ回路 2 7，ステージ制御回路 3 1，レーザ測長システム 3 2，位置回路 3 3，フォーカスセンサ 3 4 などから構成されている。また、基準データ生成部 4 0 はデータ展開回路 4 1 とフィルタ回路 4 2 で構成されている。さらに、装置異常監視部 5 0 はデータ取得部 5 1 と異常検出部 5 2 で構成されている。

【 0 0 2 4 】

露光用マスクなどの被検査試料 2 1 は、オートローダ機構により試料ステージ 2 2 上に自動的に供給され、検査終了後に自動的に排出される。試料ステージ 2 2 の上方には、光源 2 3 及び集光レンズからなる照明光学系 2 4 が配置されている。光源 2 3 からの光は照明光学系 2 4 を介して試料 2 1 に照射される。試料 2 1 の下方には、拡大光学系 2 5 及び光電変換部 2 6 が配置されている。そして、試料 2 1 を透過した透過光が拡大光学系 2 5 を介して光電変換部 2 6 の受光面に結像照射される。拡大光学系 2 5 は、圧電素子 3 5 等のフォーカス調整装置で自動的に焦点調整がなされる。

【 0 0 2 5 】

試料ステージ 2 2 は、ホスト計算機 1 0 から指令を受けたステージ制御回路 3 1 により、X 方向及び Y 方向に移動でき、更に θ 方向に回転可能な 3 軸（X-Y- θ ）マニピュレータとなっている。そして、X、Y、 θ 方向にそれぞれステップモータ 3 6 を備え、これらのモータ 3 6 の駆動により制御される。試料ステージ 2 2 の位置座標は、レーザ測長システム 3 2 により測定され、その出力が位置回路 3 3 に送られる。位置回路 3 3 から出力された位置座標はステージ制御回路 3 1 にフィードバックされる。フォーカスセンサ 3 4 では、試料 2 1 のフォーカス位置からの Z 方向のずれ量が測定され、ステージ制御回路 3 1 に送られる。そして、ステージ制御回路 3 1 では、フォーカスずれ量が 0 になるように、ステージ 2 2 の Z 方向高さを調節する圧電素子 3 5 の制御が行われる。

【 0 0 2 6 】

光電変換部 2 6 に用いているフォトダイオードアレイは、複数の光センサを配設したラインセンサ若しくはエリアセンサである。ステージ 2 2 を X 軸方向に連続的に移動させることにより、フォトダイオードアレイでは試料 2 1 の被検査パターンに対応した測定信号が検出される。この測定信号はセンサ回路 2 7 でデジタルデータに変換され、整列された後、測定パターンデータとして比較回路 1 2 に送られる。

【 0 0 2 7 】

測定パターンデータは、例えば 8 ビットの符号なしデータであり、各画素の明るさを表現している。この測定パターンデータはクロック周波数に同期して光電

変換部 2 6 から読み出され、適当なデータ並び替えを経て、ラスタ走査された 2 次元画像データとして取り扱われる。そして、比較回路 1 2 内のラッチメモリ等に一時的に記憶される。なお、センサ回路 2 7 と比較回路 1 2 との間にバッファ回路を設け、このバッファ回路に測定パターンデータを一時記憶するようにしてもよい。

【 0 0 2 8 】

基準データ生成部 4 0 では、データメモリ 1 1 から読み出された設計データをデータ展開回路 4 1 へ送り、このデータ展開回路 4 1 により設計データが画素データへ変換される。この画素データはフィルタ回路 4 2 へ送られ、光学系で取得される像と同質の画像データ（基準パターンデータ）へ変換される。

【 0 0 2 9 】

比較回路 1 2 では、観測データ生成部 2 0 で生成された測定パターンデータと、基準データ生成部 4 0 で生成された同座標の基準パターンデータを取り込み、これらを位置合わせをした後に複数のアルゴリズムに従って比較し、所定の有意差が認められた場合に欠陥と判定される。この比較回路 1 2 では通常、欠陥と判定されたデータのみがデータメモリ 1 1 に保存され、欠陥のない正常なパターンのデータは破棄される。これは、パターン画素サイズが微細であり、それに比して試料サイズが大きいため、1 度の検査で取り扱う総画像データが膨大な量になるためである。

【 0 0 3 0 】

装置異常監視部 5 0 は、装置の各部における装置状態を表すデータを取得するデータ取得部 5 1 と、取得したデータが許容範囲であるか否かを検知する異常検知部 5 2 から構成されている。データ取得部 5 1 で取得されたデータは異常検出部 5 2 へ送られ、異常検出部 5 2 ではコンパレータ回路等を用いて異常の判定がリアルタイムで行われる。そして、異常が検知されると監視部 5 0 から比較回路 1 2 に装置ステータス異常信号が送られる。

【 0 0 3 1 】

比較回路 1 2 は、装置ステータス異常信号を受けると、通常の欠陥検出処理の結果に関係なく、測定パターンデータ及び基準パターンデータを、試料ステージ

2 2 上の位置座標と異常の種類、パラメータと共に、データメモリ 1 1 に保存する。また、同種類の異常が一定時間内に所定の回数検出された場合、パターンデータの保存を所定の回数だけ行い、所定の時間が経過するまでは同種の異常に対する画像保存を停止する機能を有している。

【 0 0 3 2 】

異常検知の周期は原則として観測データ生成部 2 0 の取り込み周期と同程度であるが、気圧や温度など変化の時定数が長い状態については、観測データ生成部 2 0 より長い所定の周期で監視を行い、異常検出時にパターンデータを所定の回数・時間間隔で保存させることもできる。この場合の異常検知部は、例えばソフトウェアで処理させることができる。監視項目の詳細については後述する。

【 0 0 3 3 】

また、本実施形態のパターン検査装置は、保存された異常時のパターンデータ、異常の種類或いはパラメータを装置使用者に表示する機能を有している。これによって使用者は、検出された装置異常の検査への影響度を、取得画像の品質を元に評価することができる。この表示機能は、欠陥検査装置が一般に有している検査結果の確認用インターフェイスと共通化してもよい。

【 0 0 3 4 】

さらに、本実施形態のパターン検査装置は、操作者からのデータや命令などの入力を受け付ける入力装置 1 3、検査結果を出力する出力装置 1 4、プログラムメモリ 1 5、ネットワークインターフェイス 1 6 等を有している。入力装置 1 3 はキーボード、マウス、ライトペン、又はフロッピーディスク装置などで構成される。また、出力装置 1 4 はディスプレイ装置やプリンタ装置などにより構成されている。

【 0 0 3 5 】

さて、本実施形態のパターン検査装置は、装置異常監視システムとして、以下の機能を搭載している。

【 0 0 3 6 】

(1) 光量

被検査試料に光を照射する照明光学系 2 4 にビームスプリッタを設け、カロリ

ーメータ等の光強度測定装置により光量を測定する。光量が所定の範囲を外れた場合に異常とする。また、光源 2 3 の電流値を測定し、所定の範囲を外れた場合に異常とする方法を取ることもできる。

【 0 0 3 7 】

(2) ステージ振動

レーザ干渉計から送られたステージ位置信号はステージ制御回路 3 1 へ送られる。ステージ制御回路 3 1 では、単位時間当たりのステージ位置変動量をリアルタイムで監視しており、その変動量が所定の値以上となると異常とみなす。また、ステージ 2 2 に加速度計を設置し、画像取得中のステージ加速度を測定し、加速度が所定の値を超えた場合に異常を検知する方法を取ることもできる。

【 0 0 3 8 】

(3) フォーカス異常

フォーカス異常の検知はフォーカスセンサ 3 4 の出力により監視する。単位時間当たりのステージ 2 2 の Z 方向変位量が所定の値を超えた場合に異常を検知する。また、ステージ 2 2 の Z 軸駆動を行う圧電素子 3 5 の駆動電圧をリアルタイム監視することもできる。単位時間当たりの圧電素子駆動電圧変化が所定の値を超えた場合にフォーカス異常と判断する。

【 0 0 3 9 】

(4) 大気データ

ステージ 2 2 及び光学系を収める装置筐体内の温度、気圧、湿度のデータをエアセンサによって測定する。温度や湿度については一定の範囲を外れた場合に異常と判定し、気圧については単位時間内の変化率が一定の値を超えた場合に異常と判定する。

【 0 0 4 0 】

ここで、気圧変動の影響はオートフォーカス光学系のオフセット変動、及びステージレーザ干渉計の見かけの光路長変動として現れる。オートフォーカスオフセット変動はデフォーカスの原因となり、レーザ干渉計の光路長変動は参照センサ像の位置ずれの原因となり、いずれも検査精度を阻害する。画像のプロファイルを解析することより、2つのモードを区別し、障害の局所化が可能となるた

め、画像保存が有効な手段となる。

【 0 0 4 1 】

具体的には、画像保存された測定パターンデータに基づき画像のプロファイルを解析し、気圧変動によるデフォーカスや位置ずれを検出し、これを補正するようにオートフォーカス光学系やステージレーザ干渉計に補正值を与えることにより、気圧変動の影響を補償した検査を行うことが可能となる。即ち、画像保存されたデータを装置のメンテナンスに有効利用できる。

【 0 0 4 2 】

(5) 上記以外にも、各種の装置状態を用いることが可能である。

【 0 0 4 3 】

このように本実施形態によれば、通常のパターン欠陥検査を行うことに加え、装置異常監視部 50 を設け、光の照射量、試料の設置空間の気圧、光のデフォーカス量、及び試料ステージの振動を装置状態として検出し、これらの異常を検知した場合には、装置異常データと共に測定パターンデータ及び基準パターンデータをデータメモリ 11 に保存するようにしている。従って、保存された各データを基に、装置異常時のパターン画像を解析することが可能となり、検出された装置異常がパターン検査にどのような影響を与えるかを評価することができる。その結果、検査に深刻な影響を与える装置異常の見逃しを低減することができる。

【 0 0 4 4 】

また、パターン欠陥の検出は装置異常の有無に関わりなく行われるので、検出されたパターン欠陥が本当の欠陥であるのか装置異常による疑似欠陥であるのかを判定することが可能となる。さらに、装置異常時の測定パターンデータを装置履歴と共に保存することにより、過去に遡って検査結果の信頼性を検証することができる。

【 0 0 4 5 】

(第 2 の実施形態)

図 3 は、本発明の第 2 の実施形態に係わるパターン検査装置の基本構成を示すブロック図である。なお、図 1 と同一部分には同一符号を付して、その詳しい説明は省略する。

【 0 0 4 6 】

本実施形態は、第 1 の実施形態で述べたパターン検査装置が有する機能に加えて、画像プロファイル解析部 6 1 と再検査実行部 6 2 及び異常発生通知部 6 3 を有している。

【 0 0 4 7 】

画像プロファイル解析部 6 1 は、前述のように装置異常の検知と同時に保存した測定パターンデータの 2 次元プロファイルの解析を行い、装置異常の種別毎に定めた所定の基準や、検査毎に設定する検査条件を元にして、再検査の必要性を判断するものである。

【 0 0 4 8 】

再検査実行部 6 2 は、解析部 6 1 からの指令を受けると、異常発生座標を含む領域の再検査を行うものである。再検査領域の範囲は、装置異常の種別毎に定めた所定の基準や、検査毎に設定する検査条件によって定まる。或いは、装置使用者がその場で判断することもできる。

【 0 0 4 9 】

異常発生通知部 6 3 は、解析結果に応じて装置使用者、或いは装置管理者に通知を行うものである。メッセージ送付対象やメッセージ内容は、装置異常の種別毎に定めた所定の基準や、検査毎に設定する検査条件によって決められる。

【 0 0 5 0 】

本装置では主な通知の手段として、操作ディスプレイ上にメッセージウィンドウを表示し、電子メールの発信によって装置管理者に通知を行う。その他の通知の手段として、コンソールへの文字出力、プリンター出力、シグナルタワー等の警告灯表示、音声メッセージ、警告音、検査結果ファイルへの出力、インターネットメッセージャー、ポケットベル、WEB サーバーの HTML ファイル更新、データベース更新などを使用することができる。

【 0 0 5 1 】

このように本実施形態によれば、第 1 の実施形態と同様の効果が得られるのは勿論のこと、画像プロファイル解析部 6 1，再検査実行部 6 2，及び異常発生通知部 6 3 を設けたことにより次のような効果が得られる。即ち、装置の異常を検

知した場合に、その測定パターンデータを解析し、その解析結果に基づいて再検査を行うことができる。このため、検査のスループット低下を最小限に留め、かつ検査の信頼性を高めることができる。さらに、装置管理者や使用者に装置異常の発生を速やかに通知することにより、装置性能維持の活動を迅速に行うことができる。

【 0 0 5 2 】

（第 3 の実施形態）

次に、本発明の第 3 の実施形態に係わるパターン検査装置について説明する。この実施形態は、第 2 の実施形態をより具体化したものであり、基本構成は前記図 3 と同様である。また、特に言及していない項目については、第 1 及び第 2 の実施形態に準ずるものとする。

【 0 0 5 3 】

図 3 に示した画像プロファイル解析部 6 1 では、2 次元画像データのパターンエッジのプロファイルが解析される。パターンエッジの検出には、適切な画像認識アルゴリズムを用いる。図 4 に、データメモリ 1 1 に保存された測定パターンデータに相当する画像データの一例を示す。図 4（a）は正常時の画像データを、図 4（b）はデフォーカス時の画像データをそれぞれ示す。図 5 は、これらの画像データのパターンエッジ近傍の水平方向画素の信号強度プロファイルを示している。図 5 から分かるように、光学系と被検査試料が正しいフォーカス距離を保っている場合はパターンエッジ部の信号強度プロファイルの勾配は急峻であるが、デフォーカス時には緩慢になる。

【 0 0 5 4 】

図 6 は、図 5 で得られた信号プロファイルの各々の微分値を示す。図 6 において、正常時の最大微分値は約 - 2 4 であるが、デフォーカス時は約 - 1 5 である。この場合では、微分値の絶対値が - 2 0 を下回る場合を異常と定義した。微分値の閾値はマスク種や光学系、光電変換部の種類に依存するため、状況に応じて適切な値を設定すればよい。

【 0 0 5 5 】

また、信号明部の振幅や揺らぎも同様に欠陥検出感度に負の影響をもたらす。

従って、データメモリ 1 1 に保存された測定パターンデータに相当するパターン画像に一定領域の明部が存在する場合、その信号強度と強度分布を求め、所定の範囲を超えた場合には再検査の対象とする。強度分布の閾値はマスク種や検査アルゴリズムによって異なるが、通常レンジで±5%程度とする。

【 0 0 5 6 】

また、ステージ 2 2 の振動により画像が劣化した場合は、デフォーカス時と異なり、画像の勾配変化は異方的に生じる。従って、デフォーカスか振動かの区別は、画像の縦横方向のパターンエッジ勾配を比較し、縦と横の勾配に違いがある場合はステージ振動、ほぼ等しい場合はデフォーカスの可能性が高いと判断することができる。

【 0 0 5 7 】

しかし、図 7 (a) のようにステージが対角線方向に振動した場合は水平、垂直方向の勾配は同じになり、デフォーカスとの区別は容易ではない。この場合、図 7 (b) に示すように、画像データ内に向きの異なるコーナー部分が存在する場合はコーナー部の異なる対角線方向の勾配（矢印の方向）を比較する。振動の場合は両者の勾配に差が生じるため、振動とデフォーカスを区別できる。

【 0 0 5 8 】

なお、保存したパターン画像がパターンの存在しない空白領域である場合や、解析に十分なパターンが存在しない場合も考えられる。この場合は、信号強度プロファイルの解析が困難である。従って、このような場合には再検査を行うことが望ましい。

【 0 0 5 9 】

このように本実施形態によれば、測定パターンデータに相当するパターンエッジ部の水平及び垂直方向成分の信号勾配、並びにパターン明部の信号の強度及び揺らぎを所定の基準値と比較することにより、測定パターンデータの信号断面プロファイルを解析することができる。その結果、第 2 の実施形態と同様に、検査のスループット低下を最小限に留め、かつ検査の信頼性を高めることができる。

【 0 0 6 0 】

(変形例)

なお、本発明は上述した各実施形態に限定されるものではない。実施形態では装置状態として、光量（照射量）、ステージ振動、デフォーカス、大気状態（特に気圧）を検出するようにしたが、パターン欠陥検査に最も大きな影響を与えるのは光量と気圧であるため、少なくとも照射量と気圧を検査するようにすればよい。

【 0 0 6 1 】

また、観測データ生成部の光電変換部に入射させる光は透過光に限定されず、反射光を用いてもよく、更には透過光と反射光の両方を同時に用いてもよい。検査に用いる光源は必ずしも光に限定されず、電子線を用いることもできる。光源として電子線を用いた場合は、反射光や透過光の代わりに2次電子を検出すればよい。光電変換部は単数とは限らず、複数用いることができる。

【 0 0 6 2 】

また、基準パターンデータは必ずしも設計データを展開して得られるものに限らず、同じパターンの繰り返し領域を有するような試料の場合、観測データ生成部で得た測定パターンデータを一時的に保持することにより、同マスク上の別座標にある同パターン領域の検査に対する基準パターンデータとして用いることができる。

【 0 0 6 3 】

また、実施形態では装置異常時に測定パターンデータと共に基準パターンデータも保存するようにしたが、基準パターンデータは設計データから作製できるので、必ずしも測定パターンデータと共に保存する必要はない。但し、装置異常と欠陥検査の因果関係等を解析するためには同時に保存しておいた方が望ましい。さらに、上記のように設計データからではなく、測定パターンデータから基準パターンデータを作製する場合は、測定パターンデータと同時に基準パターンデータを保存することが必須である。

【 0 0 6 4 】

また、装置状態を測定する機器は前述した項目に限定されるものではない。装置状態を適切な周期、精度で測定できる機器を自由に選択することができる。監視を行う対象は上述した項目に限定されない。例えば、電子線を用いる検査装置

に対して磁場変動を監視することができる。

【 0 0 6 5 】

また、被検査試料は必ずしもフォトマスクに限るものではなく、本発明は半導体基板や液晶基板などに形成された極小パターンの欠陥検査に適用することも可能である。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【 0 0 6 6 】

【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば、通常のパターン欠陥検査に加え、各種の装置状態をモニタリングしておき、装置状態が所定の範囲を外れた場合に、このときの装置状態と共に測定パターンデータを保存するようにしている。このため、被検査試料上のパターンの欠陥検査に加え、装置異常と欠陥検査の因果関係を認識することができ、装置稼働率の向上と検査信頼性の向上をはかることができる。その結果、露光用マスクや半導体素子、LCD生産歩留りが向上すると共に製品の手戻りが減少し、総生産コストを大幅に削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施形態に係わるパターン検査装置の基本構成を示すブロック図。

【図 2】

第 1 の実施形態のパターン検査装置の全体構成を示す図。

【図 3】

第 2 の実施形態に係わるパターン検査装置の基本構成を示すブロック図。

【図 4】

画像データの一例を示す図。

【図 5】

画像データのパターンエッジ近傍の水平方向画素の信号強度プロファイルを示す図。

【図 6】

水平方向画素の信号強度の微分値を示す図。

【図 7】

ステージが対角線方向に振動した場合の画像データを示す図。

【図 8】

従来のパターン検査装置の一例を示す図。

【符号の説明】

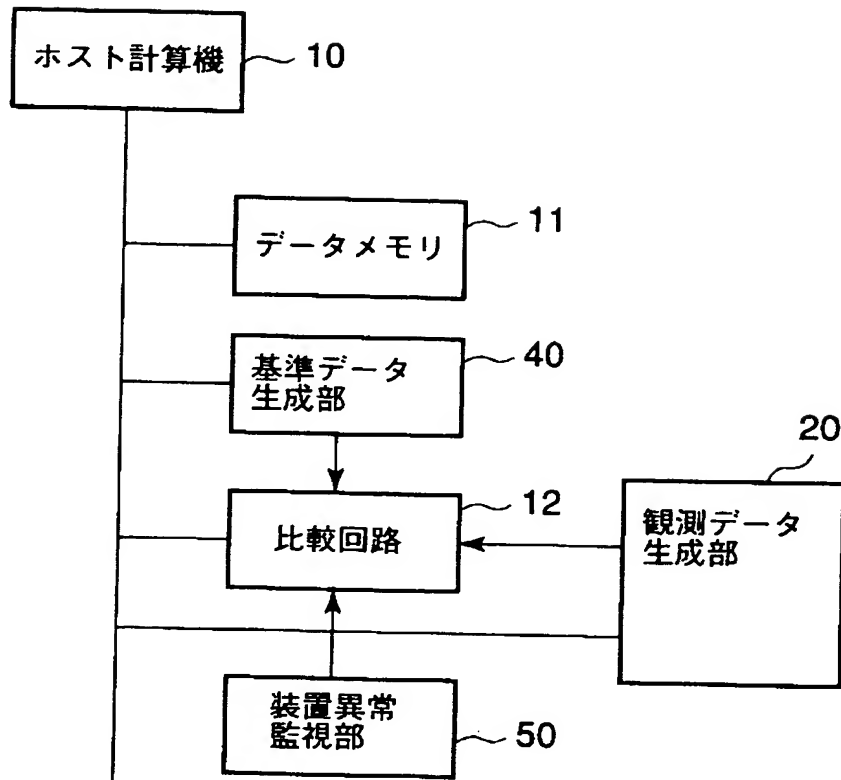
- 1 0 … ホスト計算機
- 1 1 … データメモリ
- 1 2 … 比較回路
- 1 3 … 入力装置
- 1 4 … 出力装置
- 1 5 … プログラムメモリ
- 1 6 … ネットワークインターフェイス
- 2 0 … 観測データ生成部
- 2 1 … 被検査試料
- 2 2 … 試料ステージ
- 2 3 … 光源
- 2 4 … 照明光学系
- 2 5 … 拡大光学系
- 2 6 … 光電変換部
- 2 7 … センサ回路
- 3 1 … ステージ制御回路
- 3 2 … レーザ測長システム
- 3 3 … 位置回路
- 3 4 … フォーカスセンサ
- 3 5 … 圧電素子
- 3 6 … X Y θ モータ
- 4 0 … 基準データ生成部
- 4 1 … データ展開回路
- 4 2 … フィルタ回路

6 1 …画像プロフィール解析部

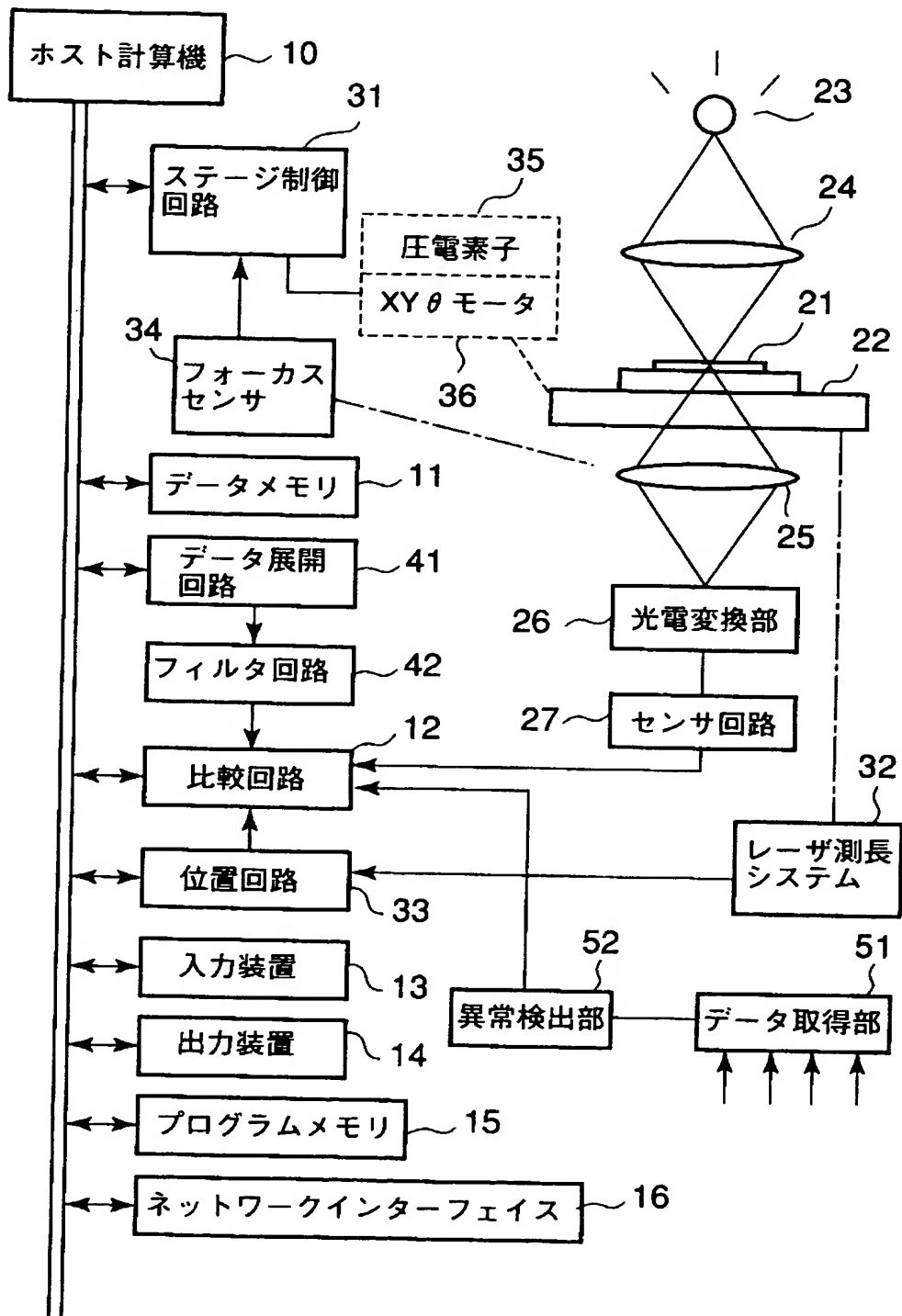
6 2 …再検査実効部

6 3 …異常発生通知部

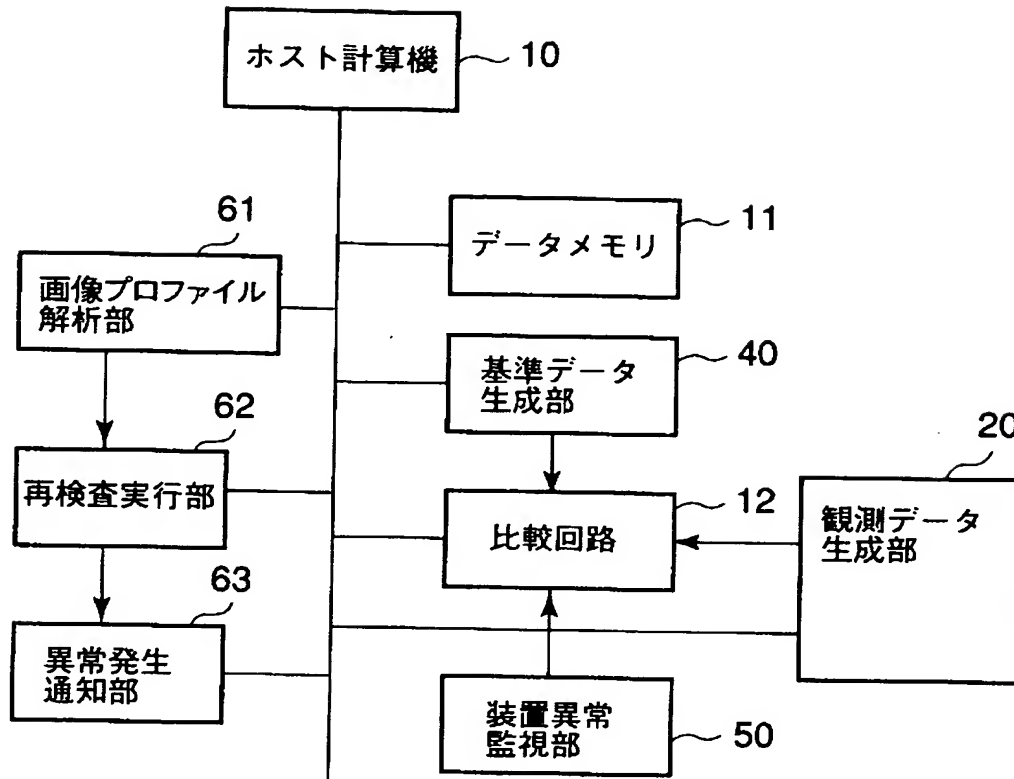
【書類名】 図面
【図 1】



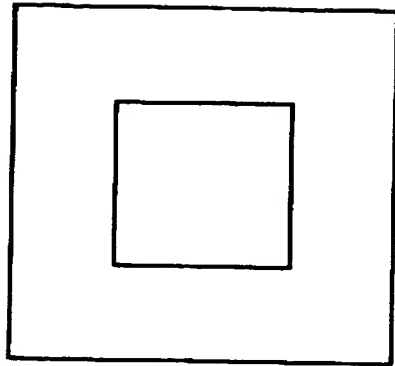
【図 2】



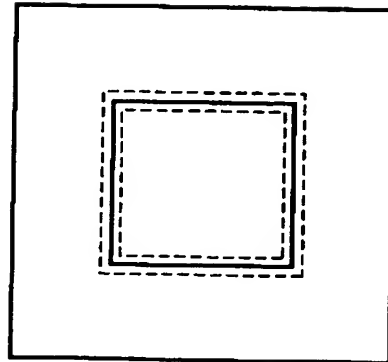
【図3】



【図 4】

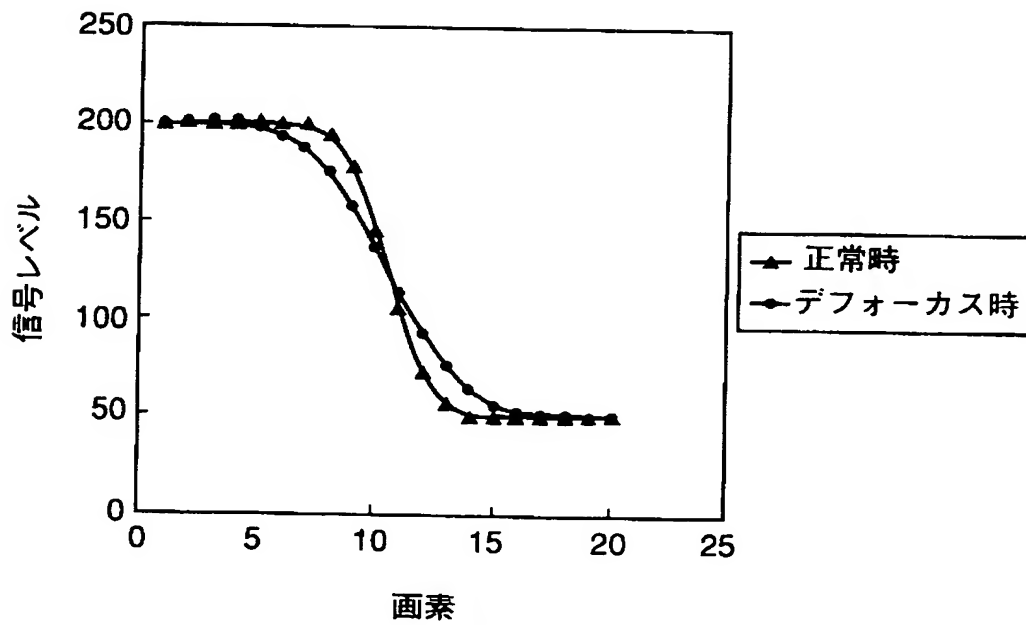


(a) 正常時のパターン画像

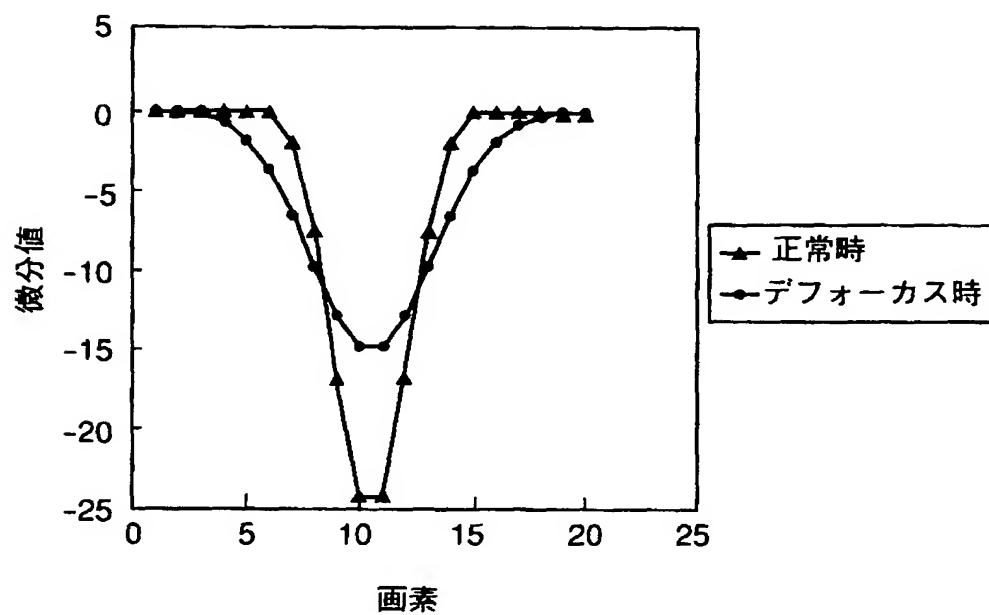


(b) デフォーカス時のパターン画像

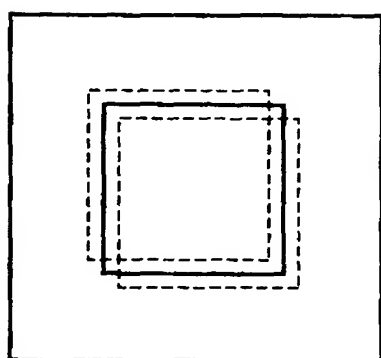
【図 5】



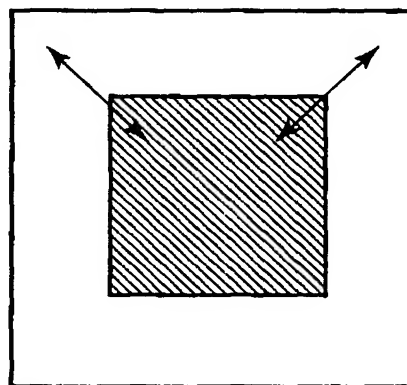
【図 6】



【図 7】

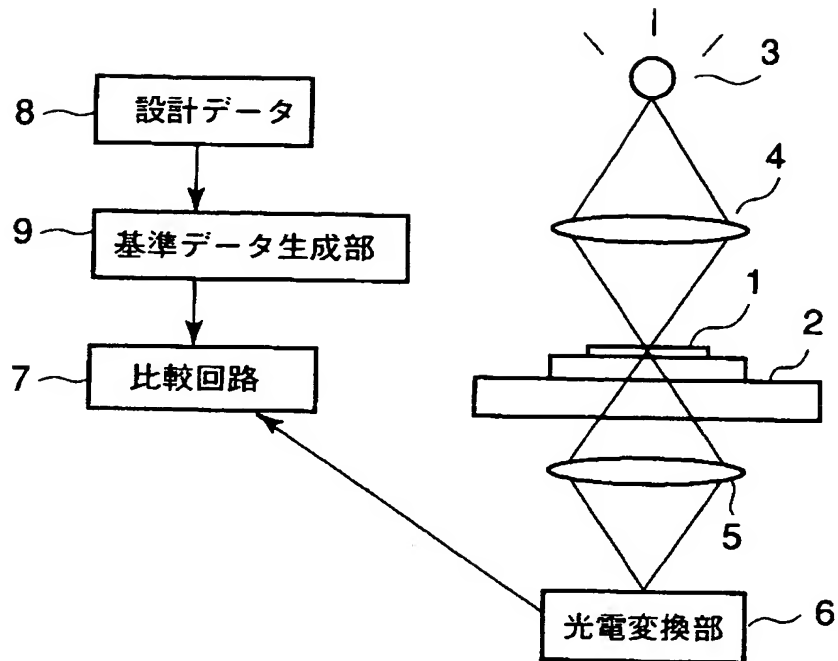


(a) 対角線方向の振動



(b) 勾配の比較場所

【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 試料上のパターン欠陥を検査することができ、且つ装置異常と欠陥検査の因果関係を認識することができ、装置稼働率及び信頼性の向上をはかる。

【解決手段】 試料上のパターン欠陥を検査するパターン検査装置において、試料に光を照射し、試料の透過光を検出して測定パターンデータを取得する観測データ生成部 2 0 と、設計データから基準パターンデータを生成する基準データ生成部 4 0 と、測定パターンデータと基準パターンデータとを比較してパターン欠陥の有無を判定する比較回路 1 2 と、光照射量及び試料設置空間の気圧を検出し、検出された状態が一定の範囲を外れたことを検知する異常監視部 5 0 と、装置状態が所定の範囲を外れたことの検知と同時に取得した測定パターンデータ及び基準パターンデータを、試料上の位置座標並びに該所定の範囲を外れた装置状態の種類及び検出値と同期して記憶するデータメモリ 1 1 とを備えた。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 0 7 8]

1. 変更年月日 2 0 0 1 年 7 月 2 日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号
氏 名 株式会社東芝